

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

# 4  
a 176723

(11) Publication number : 05-226405  
(43) Date of publication of application : 03.09.1993

(51) Int.CI.

H01L 21/60

(21) Application number : 04-061340  
(22) Date of filing : 14.02.1992

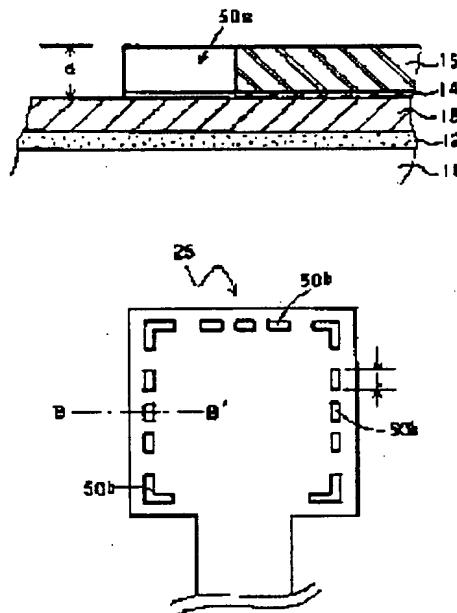
(71) Applicant : TOSHIBA CORP  
(72) Inventor : YODA TAKASHI  
EGAWA HIDEMITSU  
EZAWA HIROKAZU  
WATANABE TORU

## (54) SEMICONDUCTOR DEVICE

### (57) Abstract:

**PURPOSE:** To maintain excellent close contactness, having no exfoliation and the like, by protecting the interface by a method wherein a slit, having the shape with which a void is generated in the protective film, is provided in the vicinity of the outer circumferential part of a bonding pad.

**CONSTITUTION:** An SiO<sub>2</sub> film and BPSG film 13 are deposited on an Si substrate 11 respectively. Then, after a barrier metal 14 containing titanium has been deposited, a heat treatment is conducted, and an aluminum alloy film 15 is deposited. In a semiconductor device having a bonding pad 15 of metal film, a bonding pad, at least having either of a slit 50a formed by notching the outer periphery of the bonding pad 15 and slits 50b having non-notched outer circumferential edge of the bonding pad 15, is provided in the vicinity of the outer circumferential part of the pad. As a result, the interface is protected, excellent close contactness, having no exfoliation and the like, can be maintained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.12.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 09.05.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-226405

(43)公開日 平成5年(1993)9月3日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
H 01 L 21/60

識別記号 庁内整理番号  
301 N 6918-4M

F I

技術表示箇所

(21)出願番号 特願平4-61340

(22)出願日 平成4年(1992)2月14日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 依田 孝

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会  
社東芝多摩川工場内

(72)発明者 江川 秀光

神奈川県川崎市幸区堀川町72 株式会社東  
芝堀川町工場内

(72)発明者 江澤 弘和

神奈川県川崎市幸区堀川町72 株式会社東  
芝堀川町工場内

(74)代理人 弁理士 諸田 英二

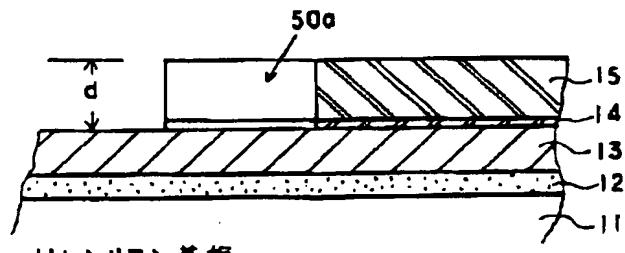
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体装置

(57)【要約】

【目的】半導体チップの基板上に絶縁膜を介して形成されたボンディングパッドに、外部リードを、超音波ボンディングにより接合する際、下地絶縁膜とパッドとの界面の剥がれを防止する。

【構成】従来のボンディングパッド外周部近傍は、均一な保護膜に覆われ強く拘束されているが、本発明では、保護膜堆積時にポイドを発生させることのできるアスペクト比の大きいスリットを、パッド外周部近傍に配設し、これにより拘束力を弱め、超音波ボンディング時のパッド変形を容易にし、超音波衝撃を吸収し、下地絶縁膜とパッドとの界面を保護する。



11: シリコン基板

12: CVD SiO<sub>2</sub>膜

13: BPSG 膜

14: バリアメタル

15: Al 合金ボンディングパッド

50a: パッドの外周線を切り欠いたスリット

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体チップと外部引き出し線とを接続するため、該チップ上に形成された金属被膜のボンディングパッドを有する半導体装置において、前記ボンディングパッドの外周縁を切り欠いたスリットと前記ボンディングパッドの外周縁を切り欠かないスリットとのうち少なくともいずれか一方のスリットを前記パッド外周部近傍に設けたボンディングパッドを具備することを特徴とする半導体装置。

【請求項2】スリットの深さとスリットの互いに対向する側壁間の距離との比率が0.5以上であることを特徴とする請求項1記載の半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、外部リードを接続するため、チップ上にボンディングパッドを設けた半導体装置に関するもので、特にボンディング時の超音波によるダメージを緩和して、ボンディングの密着性（特に下地酸化膜とボンディングパッドメタルとの界面の密着性）を向上するためのボンディングパッド構造に係るものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体チップのボンディングパッドとパッケージ等の外部リード線との間を電気的に連絡するために、通常熱圧着及び超音波ボンディングの手法が用いられる。特にリードワイヤ材としてアルミニウム（以下単にAlまたはアルミと略記）線を、またパッド材としてAlを用いる場合には、熱圧着法では、良好な接合ができないため、強力な超音波が印加されたボンディングヘッドをAlパッド上のAl線に押し付け、Al-Al間接合を行なう。

【0003】図10は、従来のボンディングパッドを含む半導体チップの部分断面図の一例である。シリコン基板1上に、CVD法によるシリコン酸化膜（SiO<sub>2</sub>膜）2、高濃度に不純物を添加した硼素矽酸ガラス（以下BPSGと略記）膜3が被着されている。次にBPSG膜上に、アルミ合金（Al-Si-Cu）膜5を堆積し、リソグラフィー技術により、アルミ合金膜をパターニングして、ボンディングパッド5を含む金属配線膜が得られる。次に保護膜として、矽酸ガラス（以下PSGと略記）膜6及び窒化珪素（以下SiNと略記）膜8を全面に堆積し、ボンディングのため、保護膜の一部を除去し開口面9を得る。このような構造のボンディングパッド5は、パッドの外周縁の側壁及び上面は保護膜6、8により被覆された構造となっている。このためパッドの開口面9にAlワイヤを押し付けた超音波をかけると、超音波の衝撃は、ボンディングパッド5と下地BPSG膜3との界面に集中し、界面剥離を生じたり、下地酸化膜の破壊（亀裂）を生ずることがある。

【0004】またアルミ合金による配線膜の信頼性を向

上するため、アルミ合金配線膜の下にチタン系のバリアメタルを敷いた積層配線構造とすることがあるが、この場合には当然ボンディングパッドも同様の構造を有し、バリアメタルと下地酸化膜とが接するようになる。バリアメタルと下地酸化膜との接着強度は、アルミ合金単層配線と下地酸化膜との接着強度より弱いので、剥がれの発生する確率が高くなり、重大な課題となっている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】チップと外部リードとを電気的に接続する場合、チップ上のアルミ合金膜のボンディングパッドに、外部リード、例えばAl線を超音波ボンディングにより接合している。従来技術では、ボンディング時の超音波の衝撃により、ボンディングパッドと下地酸化膜との界面剥離や下地酸化膜の破壊が生じる事があった。特に配線の信頼性向上のためアルミ合金配線の下にバリアメタルを敷いた積層配線構造とすること多いが、上記剥がれ現象はバリアメタルを敷いた積層配線構造ではさらに顕著になり、重大な課題となっている。

【0006】本発明は、前記課題を解決するためになされたもので、ワイヤボンディング時に、印加される超音波パワーを、パッドと下地酸化膜との界面以外箇所に逃がし、該界面を保護することにより、剥がれ等のない良好な密着性を保つことのできるパッド構造の半導体装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に係る半導体装置は、半導体チップと外部引き出し線とを接続するため、該チップ上に形成された金属被膜のボンディングパッドを有する半導体装置において、前記ボンディングパッドの外周縁を切り欠いたスリット（例えば図3符号50a）と前記ボンディングパッドの外周縁を切り欠かないスリット（例えば図6符号50b）とのうち少なくともいずれか一方のスリットを前記パッド外周部近傍に設けたボンディングパッドを具備することを特徴とする。

【0008】また本発明の請求項2に係る半導体装置は、スリットの深さとスリットの互いに対向する側壁間の距離との比率すなわちアスペクト比が0.5以上であることを特徴とする請求項1記載の半導体装置である。

## 【0009】

【作用】ボンディングパッドにAlリード線を超音波ボンディングする場合、該パッドの外周縁に、保護膜が被覆されていないと、パッドと下地酸化膜の界面の剥がれ等は大幅に減少することを発見した。すなわちボンディングパッドの外周側壁及び外周上面が保護膜で覆われ拘束されている場合と、保護膜が無く拘束されていない場合とでは、下地界面への外力の伝達に著しい差があり、後者の場合には、剥がれ等が極めて少なくなる。これは超音波印加時に、後者の場合ではパッドメタルが変形し

易く、超音波エネルギーがこの変形により吸収され、パッドと下地酸化膜との界面に加わる超音波衝撃が大幅に緩和されるためと考えられる。

【0010】そこで本発明は、パッド周辺部に多数のスリットを設け、保護膜堆積時にスリット段差部でポイド(Void、空所)を発生させ、これによりパッド周辺部に対する保護膜の拘束力を弱め、その後のワイヤボンディングにおける超音波印加時に、パッドメタルが変形し、超音波衝撃のエネルギーを減衰させ、パッドと下地酸化膜との界面の密着性は保持される。

【0011】上記のように本発明では、パッド外周部近傍(保護膜で覆われる外周域)にスリットを設けるが、その形状は、保護膜堆積時に、スリット段差部にポイドができることが必要である。請求項2に係る本発明は、保護膜堆積時に、スリット段差部にポイドを発生させるためのスリットの形状の実施態様例である。すなわち試行結果によれば、スリット断面のアスペクト比(深さ/底辺最短長)が0.5以上あれば、ポイド発生の確率が極めて大である。

【0012】

【実施例】以下実施例に基づき、本発明をさらに詳細に説明する。図1ないし図3は本発明の第1の実施例で、ボンディングパッドの外周縁を切り欠いたスリットを具備する場合の図である。図1及び図2は、本発明に係るボンディングパッドの構造の形成を説明するためのA-A'線(図3参照)断面図、図3は該ボンディングパッドの平面図である。

【0013】図1において、Si基板11上に、CVDによりSiO<sub>2</sub>膜12を厚さ300nm、引き続いてBPSG膜13を厚さ700nm、それぞれ堆積する。この際、BPSG膜13は、その後の高温メルト工程(900~950℃)による平坦性を向上させるため、例えば数%のボロン(B)、燐(P)を含む構造とする。

【0014】次にマグネットロンスパッタリング法により、チタン(Ti)を含むバリアメタル14を厚さ約100nm堆積した後、600℃の熱処理を行なう。引き続いでアルミ合金(A1-Si-Cu)膜15と同じくスパッタリングにより、厚さ約800nm堆積する。

【0015】この後、アルミ合金膜及びバリアメタルを光蝕刻法によりバターニングし、ボンディングパッド15を含む金属配線パターンを形成する。図3は、バターニングされたボンディングパッド15の平面図である。ボンディングパッド15の外周部近傍に、パッドの外周縁を切り欠いたスリット50aが、パッドの三辺に形成される。スリット50aは、幅m=約1μm、奥行n=約2μm、深さd(図1参照)=約0.9μmの立方空間で、アスペクト比=0.9の形状をしている。

【0016】その後、図2に示すように、全面に約400nmの厚さのPSG膜16をCVD法で堆積する。この時スリット50aにはポイド17が形成される。さらに全

面に約700nmの厚さのSiN膜18をプラズマCVD法で堆積し、積層保護膜とする。この後、パッド15の上部に、パッドより面積が小さいパッド開孔部19を有するレジストパターンを形成し、SiN膜18をCDE法で、またPSG膜16をNH<sub>4</sub>F系のウェットエッチングで、各々エッチングし、図2に示すような形状とする。この後は、通常の組み立て工程にしたがって、Al-Siリード線をボンディングパッド15上に、超音波ボンディングする。

【0017】図4ないし図6は、本発明の第2実施例で、ボンディングパッドの外周縁を切り欠かないスリットを具備する場合の図である。図4及び図5は、ボンディングパッド構造の形成を説明するためのB-B'線(図6参照)断面図、図6は該ボンディングパッドの平面図である。第2実施例では、ボンディングパッド25のバターニングの際、パッド外周部近傍に、パッドの外周縁を切り欠かないスリット50bを形成したもので、スリット50bは、幅w(図4)=約1μm、長手方向の長さl(図6)=数μm、深さd(図4)=約0.9μmとする。ボンディングパッド構造及び形成のその他については、第1実施例とほぼ同一であり、説明を省略する。このようなボンディングパッド25を形成した後、第1実施例と同様、約400nmの厚さのPSG膜26をCVD法で堆積すると、細長いスリット内部には、ポイド27が形成される。

【0018】図10に示す外周部近傍が保護膜で拘束された従来のボンディングパッドと、前記本発明の第1及び第2実施例におけるボンディングパッドとの効果を比較するため、アルミ合金膜とバリアメタルとの積層構造のボンディングパッドに、Al-Si合金リードを超音波を用いウェッジボンディング(Wedge bonding)した後、引っ張り試験(ピーリングテスト、Peeling test)を行なった。それぞれ500個程度のパッドに対し、従来のパッド構造では30%程度の剥がれ不良が発生したのに対し、本発明の場合には、不良率0%であった。

【0019】これは、従来のパッドの外周部側壁及び上面は、保護膜と均一に接着し拘束されているのに対し、本発明のパッド外周部は、ポイドを含むスリットを介して保護膜と接着するので、保護膜の拘束力が大幅に軽減されているためである。すなわち超音波ワイヤボンディングにおいては、パッドとリードワイヤとの界面は、超音波振動により摩擦変形し、新鮮な面が露出してボンディングが行なわれるが、本発明のパッド構造では、この超音波振動により、パッド側壁の薄い保護膜が破碎し、パッドメタルの変形が容易となり、変形することにより超音波エネルギーは吸収され、パッドメタルと下地酸化膜界面には、これを剥離させるだけの超音波衝撃が加わらず、この界面での密着性が保たれると推論される。

【0020】図7は、ボンディングパッド外周部に、保護膜堆積時にポイドが発生する過程を説明する断面図で

ある。同図において、半導体基板31上にCVD SiO<sub>2</sub>膜32、BPSG膜33及びアルミ合金膜（ボンディングパッド）35が積層され、アルミ合金膜35には、第2実施例と同様、外周縁を切り欠かない幅w、厚さdのスリット51が設けられている。この積層膜上に保護膜として、CVD法により、PSG膜36を堆積する。保護膜36の厚さが比較的薄く、スリットにおける堆積膜の最小間隔xが0より大きい場合は、保護膜中にポイドを生じない。保護膜36の厚さが増加し、x=0となった時点でポイドが発生すると考えてよい。x=0をポイドが発生したかどうかの評価基準とし、スリットのアスペクト比d/w及び保護膜36の厚さなどを変えて、ポイドが発生する条件を調べた。試行結果によれば、アスペクト比が0.5を越えるスリットでは、ポイドの発生が見られた。

【0021】本発明は、ボンディングパッドの外周部近傍に、保護膜堆積時に、保護膜中にポイドが発生する形状のスリットを設けたことを特徴とするもので、スリットの形状及び配置については、前記第1及び第2実施例に限定されない。図8及び図9は、スリットを有するボンディングパッドのその他の実施例を示す平面図である。図8はボンディングパッドの外周縁を切り欠いた前記スリット50aと、外周縁を切り欠かない前記スリット50bとを、スリットの長手方向をボンディングパッド45の一辺の方向に揃えて配設したものである。ボンディングパッドの辺に対し、スリットの長手方向を傾斜させて配設しても差支えない。図9は、ボンディングパッドの外周縁を切り欠かない円形スリット50cをボンディングパッド55の二辺の外周部近傍に設けた例である。これらスリットの形状及び配置については、超音波ボンディング時のボンディングパッドの変形モードを考慮して選択される。

#### 【0022】

【発明の効果】これまで述べたように、本発明においては、ボンディングパッドの外周部近傍に、保護膜内にポイドを発生させる形状のスリットを設け、ワイヤボンディング時にパッドメタルの変形を可能としたことにより、印加される超音波パワーを、パッドと下地酸化膜と

の界面以外の箇所すなわちパッド内で減衰させ、該界面を保護することにより、剥がれ等のない良好な密着性を保つことのできるパッド構造の半導体装置を提供できた。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体装置の第1実施例の製造工程を示す部分断面図である。

【図2】図1に続く製造工程を示す部分断面図である。

【図3】第1実施例の半導体装置のボンディングパッドの平面図である。

【図4】本発明の半導体装置の第2実施例の製造工程を示す部分断面図である。

【図5】図4に続く製造工程を示す部分断面図である。

【図6】第2実施例の半導体装置のボンディングパッドの平面図である。

【図7】ポイド生成過程を説明する半導体装置の部分断面図である。

【図8】本発明の半導体装置のボンディングパッドの第1の他の実施例を示す平面図である。

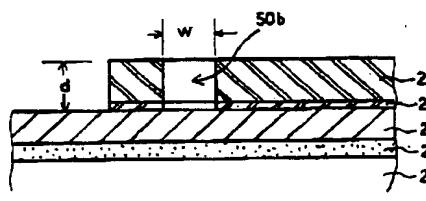
【図9】本発明の半導体装置のボンディングパッドの第2の他の実施例を示す平面図である。

【図10】従来の半導体装置の製造工程中の部分断面図である。

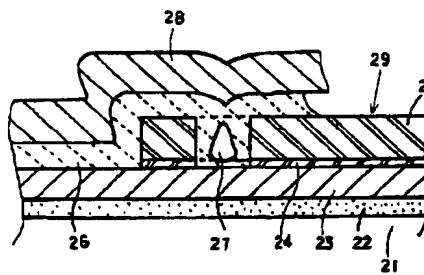
#### 【符号の説明】

1, 11, 21, 31	シリコン半導体基板
2, 12, 22, 32	CVD SiO <sub>2</sub> 膜
3, 13, 23, 33	BPSG膜
14, 24, 34	バリアメタル
5, 15, 25, 35	Al合金ボンディングパッド
6, 16, 26, 36	PSG膜（保護膜）
17, 27	ポイド
8, 18, 28	SiN膜（保護膜）
9, 19, 29	ボンディングパッドの開孔面
50a	外周縁を切り欠いたスリット
50b, 50c	外周縁を切り欠かないスリット
d/m, d/w	スリットの深さとスリットの互いに対向する側壁間の距離との比率（アスペクト比）

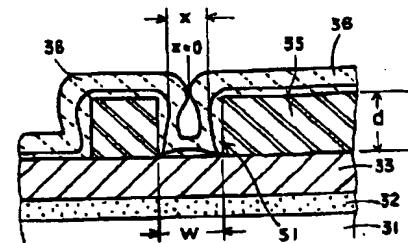
【図4】



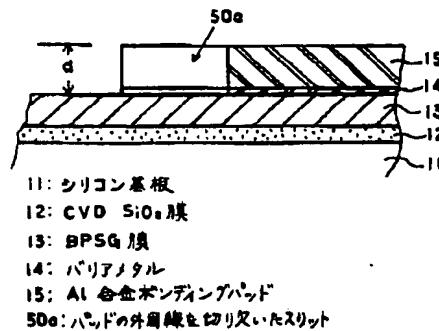
【図5】



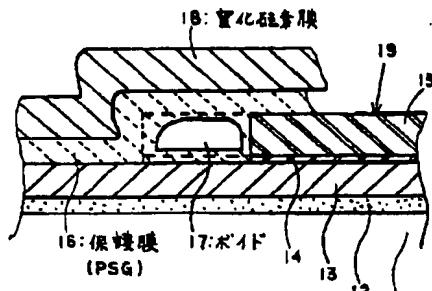
【図7】



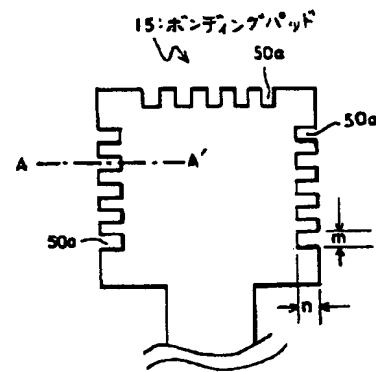
【図1】



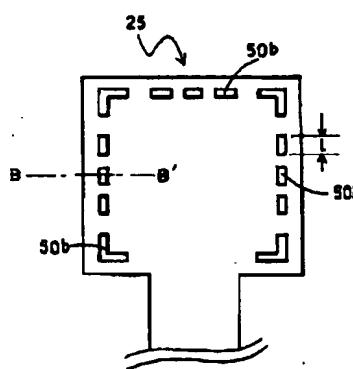
【図2】



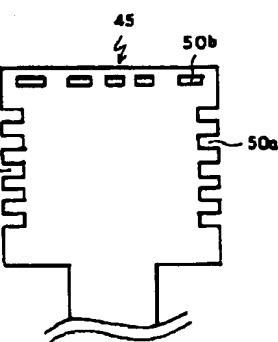
【図3】



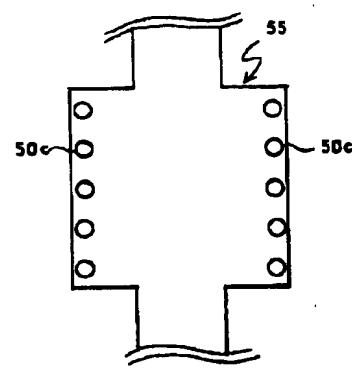
【図6】



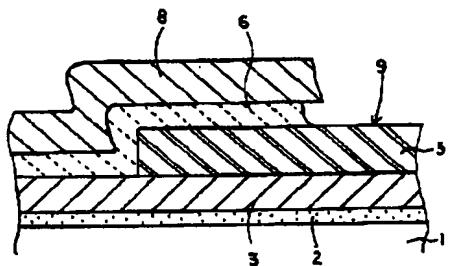
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 勲

神奈川県川崎市幸区堀川町72 株式会社東  
芝堀川町工場内